

магнетита, что доказывает рисунок 3. При воздействии на магнетит магнитом образуются «сжики», высота которого может служить критерием для сравнения намагниченности различных видов магнетита.

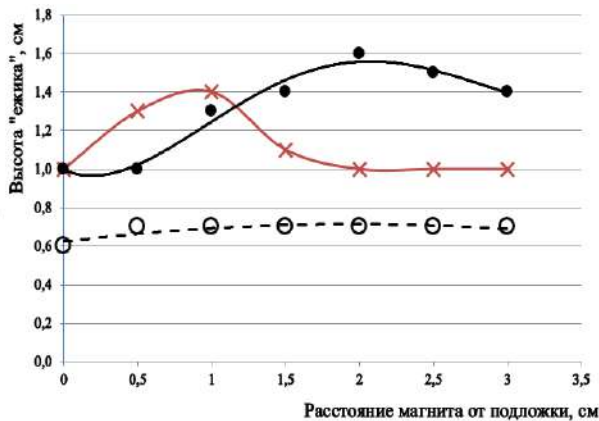


Рис. 3. Изменение намагниченности магнетитов в зависимости от расстояния до магнита (подложка оргстекло толщиной 5 мм)

— синтетический; — из золы углей; — — — синтетический после прокалки

Магнитные свойства магнетитов из золы сжигания углей не имеют изменений, так как они уже образовывались при достаточно высоких температурах, а синтетические были получены при осаждении оксидов из солей, без использования термообработки, следовательно, после прокалки теряют магнитные свойства.

Таким образом, наиболее эффективно удаляются из золы сжигания отработанных сорбентов магнетитовые ядра. В случае распределенного магнетита необходимо использовать метод мокрой сепарации, при этом магнетиты из золы углей, извлекаются на 90%. Извлечение синтетических магнетитов не представляется возможным из-за непостоянства магнитных свойств.

Литература

1. Верещагина Т. А. и др. Получение ценосфер из энергетических зол стабилизированного состава и их свойства // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – №9. С. 379-391.
2. Квашева Е.А., Ушакова Е.С., Козлова И.В. Введение магнетита в нефтесорбент для придания ему магнитоуправляемых свойств. // Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Экологические проблемы промышленно развитых ресурсодобывающих регионов: пути решения» (22 декабря 2016 г.) – Кемерово. – 2016.
3. Kvasheva E., Ushakova E., Ushakov A. The Second International Innovative Mining Symposium. 01003 (2017).

АКТИВАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СПЕКАНИЯ МАГНЕЗИАЛЬНО-СИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ СЕРПЕНТИНИТОВЫХ ПОРОД

Ш.М. Шарафеев, Д.В. Черникова, Н.М. Старостин

Научный руководитель - профессор Т.В. Вакалова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Главными проблемами при разработке технологии современных керамических пропантов, независимо от их химического состава, являются обеспечение таких взаимно конкурирующих свойств гранулированного материала, как его высокая прочность при сохранении низких значений насыпной массы и кажущейся плотности, а также снижение энергозатрат (снижение времени измельчения и уменьшение тонины помола сырьевых компонентов, снижение температур термоподготовки сырья и обжига гранулированного материала) при сохранении прочности готового продукта.

Среди современных керамических расклинвателей промышленного производства наиболее применяемыми являются алюмосиликатные и магнийсиликатные пропанты.

Сопоставительный анализ теоретических сведений и известного практического опыта по созданию керамических пропантов указывает на то, что использование природного магнийсиликатного сырья, являющегося более доступным, позволяет получать более конкурентный в ценовом отношении керамический продукт. Причем имеется возможность изготовления как плотного пропанта, полностью изготовленного из серпентинитоасбестовой породы, так и легковесного пропанта, изготовленного из смеси термообработанного серпентинита с кварцполевошпатным песком.

Основные проблемы при получении магнезиально-силикатных пропантов из композиций серпентинитов, оливинитов и дунитов (их природных смесей) связаны с трудностями процессов спекания гранулированного материала на их основе. Это вызвано тем, что одна из кристаллических фаз, формирующихся при обжиге из такого природного сырья, представляет собой трудносжигающийся ортосиликат магния – форстерит. Это сказывается на относительно невысокой прочности керамического материала, особенно в гранулированном состоянии, а также обуславливает необходимость повышения температуры обжига, что влечет за собой повышение энергоемкости процесса.

Целью данной работы явилась разработка способов повышения прочности магний-силикатного керамического материала энстатитового состава на основе серпентинитовых пород за счет использования добавок спекающих компонентов.

В качестве основного сырья для получения магнезиально-силикатной керамики использовалась серпентинитовая порода Орско-Халиловского месторождения. В качестве альтернативного сырья представляет интерес Кiemбаевское месторождение хризотил-асбеста, рассматриваемое в работе как серпентинитовая порода «Горный лен». Помимо серпентинита в работе в качестве подшихтовочного компонента применялось кремнеземистое сырье в виде кварцевого песка Кумакского месторождения (Оренбургская область), а в качестве пластифицирующего компонента – огнеупорная глина Новоорского месторождения.

За основу был принят состав керамической массы, используемый на реальном действующем производстве.

Выбор упрочняющих добавок базировался на проработке теоретических и практических данных, имеющихся в литературе по влиянию борсодержащих добавок на процессы фазообразования в керамических массах магнезиально-силикатного состава.

Химический состав исходных сырьевых компонентов приведен в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Химический состав исследуемых магнезиальных сырьевых компонентов

Шифр пробы	Содержание оксидов, мас. %									
	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Δm _{прк}
серпентинит «Горный лен»										
СГЛ	38,75	42,63	0,69	6,30	0,02	0,11	0,01	0,02	0,04	11,43
серпентинит орско-халиловский										
СОХ	40,65	35,06	0,65	7,24	0,03	0,07	0,09	0,01	0,03	16,17
глина новоорская										
НК-5	56,10	0,68	29,25	1,59	1,42	0,01	0,51	0,73	0,16	9,55
песок кумакский										
ПК	93,97	0,11	3,38	0,39	0,51	-	0,23	0,12	0,04	1,25

Таблица 2

Химический состав магнезиальносиликатных сырьевых компонентов в прокаленном состоянии

Вид сырья	Содержание оксидов, мас. %									
	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	
серпентинит «Горный лен»										
СГЛ	43,75	48,13	0,78	7,11	0,02	0,12	0,02	0,02	0,05	
серпентинит орско-халиловский										
СОХ	48,49	41,82	0,78	8,64	0,04	0,08	0,11	0,01	0,04	

В ходе исследования было установлено, что по химическому составу в прокаленном состоянии обе пробы серпентинитовых пород характеризуются высоким содержанием оксида магния (41,8 мас.% MgO в серпентините орско-халиловском и 48 % – в серпентините «Горный лен») и невысоким содержанием оксида алюминия (0,78 мас. % Al₂O₃) и оксида кальция (не более 0,1 мас.% CaO), которые являются вредными компонентами в форстеритовой керамике и их содержание не должно превышать 0,5-1 % Al₂O₃ и не более 2-3 % CaO. По минералогическому составу серпентинитовая порода «Горный лен» сложена волокнистой формой серпентинита в виде хризотил-асбеста и антигорита с примесью брусита, серпентинитовая орско-халиловская порода – хризотилом с примесью магнезита. Спекание обоих серпентинитов в исходном состоянии (с неразрушенной структурой) завершается при 1300 °С. Спекание прессованных образцов из орско-халиловского серпентинита завершается при 1300 °С, из серпентинита «Горный лен» – при 1500 оС. Обжиг прессованных образцов из обеих пород при температуре 1300 °С обеспечивает формирование высокопрочных структур с прочностью на сжатие не менее 320 МПа образцов из орско-халиловского серпентинита и не менее 180 МПа – из серпентинита «Горный Лен».

Предварительная подготовка исходного магнезиально-силикатного сырья (серпентинита «Горный Лен» и орско-халиловской серпентинито-магнезитовой породы) заключалась в его прокаливании: при температуре 1100 °С – серпентинита «Горный лен» и орско-халиловского серпентинито-магнезита; при температуре 1300 °С – орско-халиловского серпентинито-магнезита, который далее по тексту обозначен под термином «форстерит заводской» или просто «форстерит», с тем, чтобы отразить место и условия его подготовки (в заводских условиях прокаливанием орско-халиловского серпентинита во вращающейся печи).

Формование образцов в виде цилиндров и таблеток диаметром 20 мм из подготовленных, тщательно гомогенизированных сырьевых смесей осуществлялось путем полусухого прессования под давлением 30 МПа. В качестве связующего использовался 1% -ный раствор карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ).

Высушенные образцы обжигались в силитовой печи со скоростью 2-3 град/мин с интервалом температур от 1200 до 1300 °С с шагом в 50 °С.

Охлаждение образцов осуществлялось по свободному режиму совместно с печью.

Образцы в виде цилиндров использовались для получения значений объемной массы после обжига и значений предела прочности при сжатии, таблетки – для определения огневой усадки и водопоглощения после обжига. Результаты исследования приведены на рисунке 1.

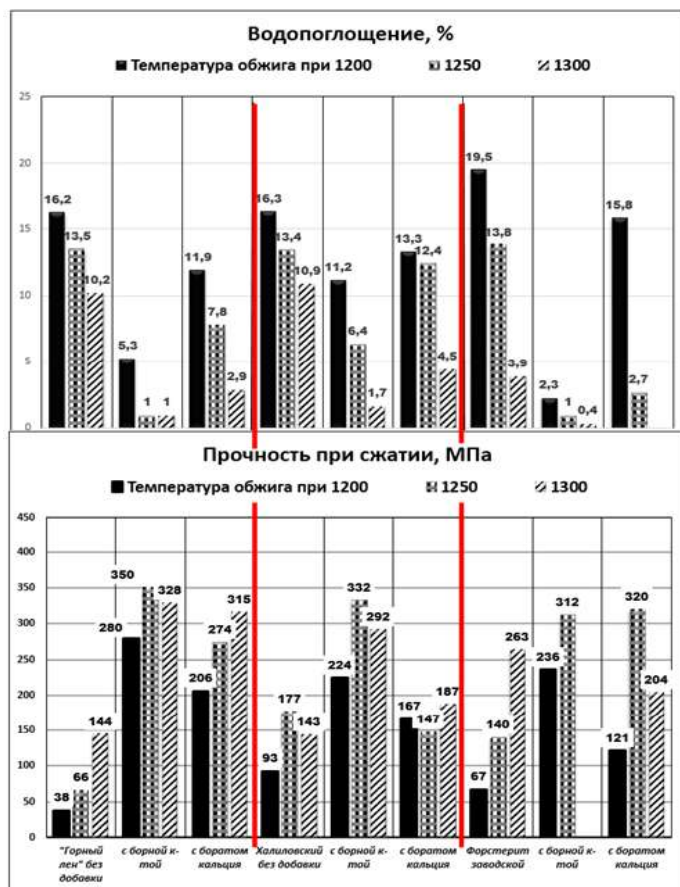


Рисунок 1 Влияние борсодержащих добавок на процесс спекания образцов из исследуемых масс в интервале температур 1200 – 1300 °C

Исследования влияния борсодержащих добавок на процесс спекания и упрочнения образцов на основе серпентинитовых пород показали, что введение обеих добавок (как борной кислоты, так и бората кальция), в целом, положительно сказалось на процессе спекания композиций из обоих серпентинитов. При этом выявлено, что интенсивность флюсующего действия борсодержащих добавок зависит от вида серпентинитов. В частности установлено, что наиболее активно борсодержащие добавки улучшают спекание серпентинита «Горный лен» во всем используемом температурном интервале (1200-1300 °C).

Если рассматривать влияние добавок на спекаемость орско-халиловского серпентинита, то прослеживается зависимость активности добавок от температуры предварительного прокаливания серпентинита: наибольшая спекаемость, судя по величине водопоглощения, характерна для образцов на основе серпентинита, прокаленного при 1300 °C по сравнению с серпентинитом, прокаленным при 1100 °C.

Сопоставление влияния вида используемых борсодержащих добавок на упрочнение прессованных образцов из исследуемых серпентинитов свидетельствует о более высокой эффективности действия борной кислоты по сравнению с боратом кальция.

ВАНАДИЙЦИРКОНОВЫЕ ПИГМЕНТЫ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО ПРИРОДНОГО ЦИРКОНА

Ш.М. Шарфеев

Научный руководитель - профессор В.М. Погребенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Природный циркон – единственный цирконийсодержащий минерал, месторождения которого представляют промышленный интерес для добычи. Часть добываемого циркона используется в качестве сырья для производства огнеупоров и некоторых видов керамики, другая часть подвергается глубокой физико-химической переработке для получения металлического циркония, диоксида циркония, а также различных солей циркония. Однако циркон не имеет собственных месторождений: он содержится в относительно небольших количествах в